

C3-Pflanzen

C4-Pflanzen

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 1

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 3

CAM-Pflanzen

Was ist Photorespiration?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 5

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 7

Mesophyllzellen (Lichtreaktion): Stehen in Kontakt mit der Luft. HCO_3^- (CO_2) wird mit Phosphoenolpyruvat (PEP) zu Oxalacetat und mit NADPH^+ H^+ zu (L-)Malat reduziert.

Leitbündelscheidenzellen (Dunkelreaktion): In den Leitbündelscheidenzellen wird Malat zu Pyruvat und CO_2 oxidiert, welches dann normal im Calvin-Zyklus weiterverarbeitet wird.

CO_2 -Aufnahme und Calvin-Zyklus sind räumlich getrennt.

C4-Pflanzen haben einen günstigen Wasserhaushalt und können auch unter trockenen Bedingungen Photosynthese betreiben. Bsp. Mais

In C3-Pflanzen: An heißen Tagen schliesst die Pflanze ihre Spaltöffnungen. Pflanze nimmt kein CO_2 auf, CO_2 Gehalt im Blatt sinkt, O_2 Konzentration steigt. Rubisco im Calvin-Zyklus nimmt statt CO_2 O_2 auf und bildet ein C2, welches aus dem Chloroplast exportiert wird. Mitochondrien und Peroxisome spalten dann das C2 zu CO_2 . Die Photorespiration produziert kein ATP und reduziert den Photosyntheseoutput indem es Rubisco aus dem Calvin-Zyklus entfernt.

Spaltöffnungen sind am Tag offen. Pflanze nimmt tagsüber CO_2 auf. Bei Wassermangel gehen die Spaltöffnungen zu und es erfolgt eine Reduktion der Photosynthese (midday depression)

Wenn Spaltöffnungen offen sind: Gefahr des Verdurstens

Wenn Spaltöffnungen geschlossen sind: Gefahr des Verhungerns.

Nachts: Dunkelatmung

CAM-Pflanzen sind gut an warmes, trockenes Klima angepasst. CO_2 wird in der Nacht fixiert, d.h. die Spaltöffnungen sind nur nachts offen. CO_2 wird nachts als Malat in den Vakuolen gespeichert. Tagsüber setzt Malat CO_2 wieder frei und wird im Calvin-Zyklus weiterverarbeitet. CO_2 -Aufnahme und Calvin-Zyklus sind zeitlich getrennt. CAM-Pflanzen haben eine geringe Oberfläche und im Innern Wasserspeicherndes Gewebe (photosynthetisch nicht aktiv)-> geringe Wachstumsrate. Bsp. Kaktus, Ananas

Vergleiche die Blattanatomie von C3- und C4-Pflanzen

Was ist der CO₂-Kompensationspunkt?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 9

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 11

Vergleich Wasser- und Kohlenstoffökonomie, sowie
Photosyntheseleistungen von C3-, C4- und CAM- Pflanzen.

Primärstoffwechsel

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 13

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 15

Bin nicht ganz sicher, komme bei meinen Notizen nicht mehr ganz draus

C3: Schichtentyp

C4: Kranztyp: Leitbündelscheidzellen sind um Leitbündel angeordnet. Zwischen Leitbündelscheidzellen und Blattoberfläche sind die Mesophyllzellen. Calvin-Zyklus findet in den Leitbündelscheidzellen statt.

Primärstoffwechsel ist:

- Universal (Bakterien, Mensch,...)
- Uniform
- Konservativ (was sich etabliert hat bleibt erhalten)
- Unentbehrlich für Überleben der Zelle

Zum Primärstoffwechsel gehören Citrate-Zyklus und Photosynthese, sowie Pyrimidin- und Purinstoffwechsel, AS-stoffwechsel und Zuckerstoffwechsel. Daraus werden fundamentale Polymere (Nukleinsäuren, Proteine, Polysaccharide, Fettsäuren) und sekundäre Pflanzenstoffe gebildet

	C3	C4	CAM
Transpirationsquotient (g H ₂ O/g gebundenes C)	Hoch 450-950	Niedrig 250-350	Sehr niedrig 18-100
Maximale Wachstumsrate (g Trockenmasse/m ² Blattfläche und Tag)	Mittel 50-200	Hoch 400-500	Sehr niedrig 1.5-1.8
Maximale Photosyntheserate (mg CO ₂ /m ² Blattfl. und s.)	Niedrig 0.4-1.1	Hoch 1.1-2.2	Sehr tief 0.03-0.36
Lichtsättigung (W/m ²)	Niedrig =200	Hoch 400-600	
Photorespiration	Ja (bis 30%)	Nein	
Temp.optimum	10-25°C	30-45°C	

Sekundärstoffwechsel

Welche Pflanzeninhaltsstoffe gibt es?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 17

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 19

Welche Arten von Glucose gibt es und was wird aus ihnen gebildet?

Was ist Cellulose und wie ist Cellulose in die Zellwand eingebaut?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 21

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 23

Phenolische Verbindungen:

- Einfache Phenole (antimikrobiell);
- Flavonoide (häufig farbig),
- Chinone (farbig)

Terpene:

- Monoterpene (angenehmer Geruch);
- Sesquiterpenlactone (bitter, einige toxisch, allergen);
- Diterpene (einige toxisch);
- Carotinoide (farbig)

N-haltige Verbindungen:

- Alkaloide (toxisch, bitter);
- Amine (unangenehmer Geruch);
- nicht proteinogene Aminosäuren (häufig toxisch)

Cellulose besteht aus 1->4 verbundenen D-Glucose Einheiten, die jeweils um 180° gegeneinander verdreht sind. Diese 1->4 -D-Glucanketten sind in Micellen zusammengefasst. Micellen stabilisieren durch intramolekulare H-Brücken die linearen Glucanketten, intermolekulare H-Brücken bilden dreidimensionale Kristallstrukturen. Zwischen den Micellen gibt es immer wieder amorphe Regionen, wo die Glucanketten nicht zu Micellen zusammengefasst sind.

Alle Glucanketten zusammen ergeben die Cellulose-mikrofibrillen. Die Cellulose-mikrofibrillen sind der Zellwand eingebettet und stabilisieren diese. Cellulose ist Zugfest.

Sekundärstoffwechsel :

- Beschränkte Verbreitung (nur in best. Arten, untersch. Ökotypen, Familien)
- Divers (1000de von Verbindungen mit Variationen, „luxuriöser Stoffwechsel“)
- Adaptiv (muss nicht ausgeprägt sein, kommt zum Zug wenn er gebraucht wird, Bsp. Verteidigung)
- Entbehrlich für Wachstum und Entwicklung, unentbehrlich für das Überleben im Ökosystem

Im Sekundärstoffwechsel werden sekundäre Pflanzenstoffe oder pflanzliche Naturstoffe gebildet (Terpene, N-haltige Verbindungen, phenolische Verbindungen). Pflanzen bilden sekundäre Pflanzenstoffe nicht, weil sie Spass an der Chemie haben, sonder weil sie für das Überleben wichtig sind.

Am C1 der Glucose können OH und H vertauscht sein:

- OH oben, H unten-> -Konfiguration
- H oben, OH unten -> -Konfiguration

Aus Glucosemolekülen (Monosaccharid) können Polysaccharide gebildet werden, diese sind wichtig für Energiespeicherung und Strukturhaltung:

- Stärke: 1->4 alpha-D-Glucan, Nährstoffspeicherung in Pflanzen, kann von Menschen verdaut werden.
- Cellulose: 1->4 beta-D-Glucan, bildet lange Ketten, wichtig für Pflanzenstruktur, kann von Säugetieren nicht verdaut werden da kein Cellulase vorhanden

Beschreibe die Biosynthese von Cellulose

Was ist Lignin?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 25

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 27

Wieso kommt Lignin in Landpflanzen vor?

Was ist Suberin?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 29

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 31

Lignin ist aus phenolischen Verbindungen entstanden, Grenzstellung zwischen fundamentalen Polymeren und pflanzlichen Naturstoffen. Lignin ist druckfest und stützt das Gewebe. Es wird durch radikalische Polymerisation von 3 verschiedenen Phenylpropanoiden:

- p-Cumarylalkohol (bei Monokotyledonen)
- Coniferylalkohol (bei Gymno- und Angiospermen)
- Sinapylalkohol (bei Angiospermen)

Lignin färbt sich mit Phloroglycin und Salzsäure rot

Weissfäule: weiss = Cellulose, Pilz baut Lignin ab

Rotfäule: rot = Lignin, Pilz baut Cellulose ab

Suberin ist ein Mischpolymerisat von Phenylpropanen und langkettigen Fettsäuren (Hydroxyfettsäuren), wird für Abschlussgewebe verwendet (z.B. Kork).

Die Cellulosesynthese findet an der Aussenseite der Plasmamembran in hexagonal angeordneten Proteinkomplexen statt (Rosetten). Andere, an der Biosynthese beteiligten Zellwandpolymere –Hemicellulosen, Pectine, Proteine- werden via Golgi-Apparat nach aussen transportiert. An der Innenseite der Plasmamembran sind Mikrotubuli befestigt, die Rosetten bewegen sich entlang diesen und bilden so lange Cellulose-mikrofibrillen. Anordnung der Cellulose-mikrofibrillen: Parallelstruktur oder Streustruktur (Pflanze kann noch wachsen)

Die Cellulosesynthese benötigt eine aktivierte Glucose als Substrat, Uridindiphosphoglucose UDPG

Uracil-Ribose-P-P-Glucose

Landpflanzen brauchen eine druckfeste Substanz in der Zellwand um ihre Masse zu tragen (Stützgewebe) und um die Wasserleitenden Röhren (tote Gefässe) vor dem Kollaps zu schützen; sie müssen dem Turgor der benachbarten lebenden Zellen und dem Transpirationssog standhalten

Was ist Cutin?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 33

Was sind Terpene?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 35

Wie werden Terpene auf dem Acetat-Mevalonat-Weg synthetisiert?

Frage Biochemie Teil Amrhein

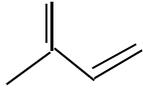
ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 37

Wie werden Terpene auf dem MEP-(DOXP)-Weg synthetisiert?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 39

Terpene sind Isoprenoide, sie bestehen aus einem Vielfachen von Isopren (C5)



- Monoterpene (2*C5): in ätherischen Ölen (Menthol) und Harz (Pinen)
- Sesquiterpene (3*C5): Frassabwehrstoffe
- Diterpene (4*C5): Pflanzenhormone, Gifte
- Triterpene (6*C5): Sterole, Limonoide
- Tetraterpene (8*C5): Pigmente (Carotinoide)
- Polyterpene(n*C5): Kautschuk, Guttapercha

Cutin besteht aus langkettigen Fettsäuren (Hydroxyfettsäuren), ist in der Cuticula von pflanzen vorhanden

MEP-(DOXP)-Weg (alternativ, plastidiär):

Glycerinaldehyd 3-Phosphat und decarboxyliertes Pyruvat werden zu Methylerythritolphosphat (MEP). Diese Reaktionsfolgen sind noch nicht ganz geklärt. MEP wird durch weitere Reaktionsschritte zu IPP und zu Dimethylallyldiphosphat DMAPP



DMAPP

IPP

DMAPP kann unter Abspaltung von P-Pi addiert werden.

Acetat-Mevalonat-Weg (klassisch, cytoplasmatisch):

3 Acetyl-Co-A Moleküle werden verknüpft und reduziert, es entsteht Mevalonsäure. Mevalonsäure wird mit 3 ATP zu Isopentenyl-diphosphat IPP



IPP-Einheiten können unter Abspaltung von P-Pi addiert werden:

2*C5 ->Geranyldiphosphat ->Monoterpene

3*C5 ->Farnesyldiphosphat ->Sesquiterpene, Triterpene

4*C5 ->Geranylgeranyldiphosphat ->Diterpene, Tetraterpene

Was ist Kautschuk und wie wird es hergestellt?

Was sind Alkaloide?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 41

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 43

Woher stammt der N in Alkaloiden?

Wie wirkt Blausäure (Cyanid)?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 45

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 47

Alkaloide sind basische Pflanzenstoffe mit vorwiegend heterozyklisch eingebautem Stickstoff und potentiell starken Wirkungen auf Bereiche des Nervensystems. Sie kommen in höheren Pflanzen vor (konzentriert in bestimmten Familien, z.B. Solanaceae, Papaveraceae, wenig in Familien, die ätherische Öle bilden z.B. Labiatae)

Bsp: Nicotin, Cocain, Chinin, Morphin, Coffein

Es gibt aber auch nicht-pflanzliche Glykoside, z.B. LSD, Kugelfischgift (Fugu)

Cyanid (wie Kohlenmonoxid CO und Azid N₃⁻) ist ein Atemgift, es setzt sich auf dem Häm fest und hemmt die Cytochromoxidase in den Mitochondrien

Kautschuk besteht aus dem Milchsafte (Latex) von *Hevea brasiliensis*. Der Milchsafte befindet sich in Milchröhren (Laticifer), die sich im inneren Borkenbereich befinden. Kautschuk ist ein all-cis Polymer, es ist elastisch dehnbar. Kautschuk wird durch vulkanisieren (versetzen mit S oder S-Verbindung) zu Gummi, welches nicht mehr klebrig ist. (Erfinder: Goodyear)

Ersatzkautschuk: Parthemium (Guayule) USA; Taraxacum USSR

Guttapercha: ähnlich wie Kautschuk aber all-trans Polymer

Chicle: Kaugummi, cis und trans, plastisch dehnbar

N stammt in der Regel aus Aminosäuren:

- Tyrosin
 - Phenylalanin
 - Tryptophan
 - Lysin
 - Ornithin
 - Nicotinsäure
- aromatische AS
- nicht proteinogen

Welche Alkaloide kommen im Schlafmohn (*Papaver somniferum*) vor?

Was sind Glucosinolate?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 49

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 51

Was sind Flavonoide?

Wie werden Flavonoide gebildet?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 53

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 55

Glucosinolate sind Senfölglycoside, für den Menschen schädliche Pflanzeninhaltsstoffe. Sie kommen in Brassicaceae und Capparaceae vor. Bsp: CH-Raps (00-Raps) wurde entgiftet, d.h. Glucosinolat-Gehalt und Erucasäuregehalt in den Samen wurde reduziert. Dies ermöglicht die Verfütterung von Raps.

Codein, Morphin, aus Morphin kann durch Acetylierung Heroin gebildet werden.

Flavonoidsynthese: Aus p-Cumaroyl-coA wird mit 3 Malonyl-Coa Chalkon. Chalkone werden zu Flavonen, wichtige Ausgangsstoffe anderer Flavonoiden, wie z.B. Isoflavone und Flavone

Grundgerüst:

Zu den Flavonoiden gehören viele Frassgifte, Phytoalexine, Signalsubstanzen und Schirmpigmente.

Was sind Anthocyane?

Was sind Tannine und welche Arten von Tanninen gibt es?

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 57

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 59

Wie wirken Tannine?

C3-Pflanzen

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 61

Frage Biochemie Teil Amrhein

ETH D-UWIS 2005 Biochemie Seite 1

Tannine sind pflanzliche Polyphenole, die als Gerbstoffe verwendet werden.

- Kondensierte Tannine: Flavonoidpolymerisate
- Hydrolysierbare Tannine: bestehen aus einfachen Zuckern und phenolischen Säuren (Gallussäuren)

Anthocyane sind Blütenfarbstoffe und dienen dem Lichtschutz von Pflanzen. Anthocyane sind wasserlösliche Glykoside.

Grundgerüst:

Substituenten am aromatischen Ring beeinflussen die Farbe der Pigmente (Bsp: Pelargonidin orangerot, Delphinidinpurpur, Malvidin rotviolett)

C3-Pflanzen

Tannine bilden H-Brücken zwischen den Phenolgruppen und den peptidischen NH-Gruppen. Proteine sind dann so fest gebunden, dass sie nicht durch Verdauungsenzyme gespalten werden können. Beim Gerben nutzt man diese eigenschaft aus, Tannine binden an das Kollagen der Tierhäute und verhindert so, dass das Leder von Mikroorganismen angegriffen wird Tannine wirken ebenfalls als Frassschutz. Beim Verzehr binden sich die Tannine an die Proteine der Schleimhäute. Tannine binden ebenfalls an Pflanzenproteine und machen damit die Pflanzen als Nahrung unbrauchbar.